Plan de Cours – Science des Matériaux de Construction

Titre du document :
Syllabus_Sciences_Materiaux_Genie_Civil.pdf

PLAN DE MODULE : SCIENCE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Filière

Technicien Spécialisé Gros Œuvres

Module

Science des Matériaux de Construction

Volume horaire recommandé

Nature de l'enseignement	Volume horaire
Cours théorique	24 h
Travaux dirigés (TD)	12 h
Travaux pratiques (TP)	12 h
Évaluation	2 h
Total	**50 h**

---

1. Présentation Générale du Module

La science des matériaux de construction constitue l'un des fondements essentiels de la formation en génie civil. La qualité, la durabilité et la sécurité des ouvrages dépendent directement de la connaissance et de la maîtrise des matériaux utilisés lors de leur conception et de leur réalisation.

Ce module vise à fournir aux stagiaires les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour :

- Identifier les principaux matériaux de construction.
- Comprendre leurs propriétés physiques, mécaniques et chimiques.
- Choisir les matériaux adaptés à chaque type d'ouvrage.

- Contrôler leur qualité sur chantier.
- Prévenir les pathologies courantes des constructions.
- Optimiser la durabilité des ouvrages.

---

2. Objectifs Pédagogiques

À l'issue de ce module, le stagiaire sera capable de :

Connaissances

✓ Décrire les procédés de fabrication des matériaux.

✓ Expliquer les propriétés des matériaux de construction.

✓ Comprendre les phénomènes physico-chimiques liés au béton.

✓ Identifier les causes de dégradation des matériaux.

Compétences techniques

✓ Contrôler la qualité des matériaux sur chantier.

✓ Interpréter les résultats d'essais de laboratoire.

✓ Choisir les matériaux adaptés aux contraintes du projet.

✓ Participer à la formulation des bétons et mortiers.

Compétences professionnelles

✓ Lire et interpréter les fiches techniques.

✓ Vérifier la conformité des matériaux.

✓ Appliquer les normes de construction.

✓ Assurer le suivi qualité sur chantier.

---

3. Compétences Visées

Le futur technicien spécialisé devra être capable de :

- Participer au contrôle qualité des matériaux.
- Réaliser des essais simples en laboratoire.
- Contrôler les livraisons sur chantier.
- Identifier les non-conformités.
- Proposer des solutions techniques adaptées.
- Participer aux opérations de réception des travaux.

CHAPITRE 1 : LES LIANTS HYDRAULIQUES

1.1 Introduction aux Liants

Définition

Un liant est un matériau capable d'agglomérer des particules solides et de former un ensemble cohérent après durcissement.

Les liants utilisés en construction sont principalement :

- Le ciment.
- La chaux hydraulique.
- Les liants spéciaux.

1.2 Historique du Ciment Portland

Évolution historique

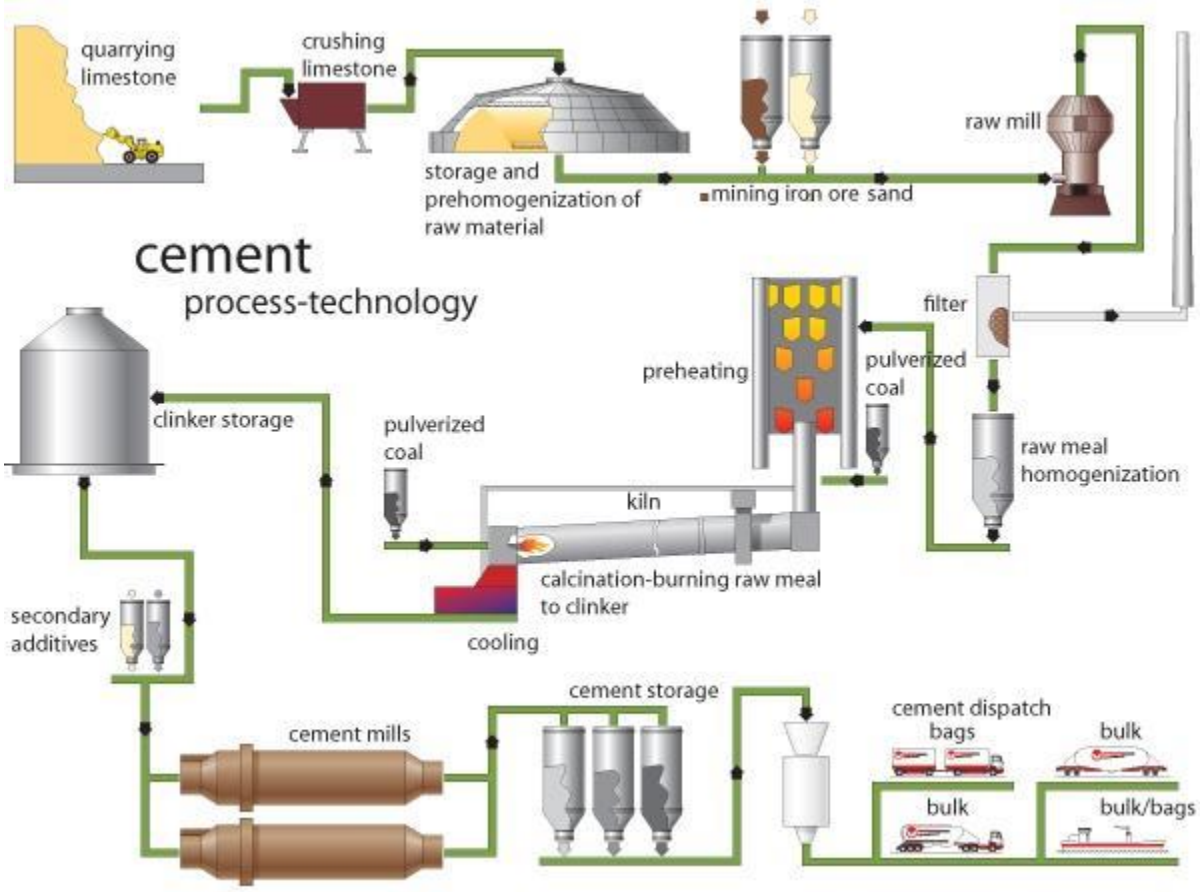
Période	Évolution
Antiquité	Utilisation de la chaux
Empire Romain	Mortiers à base de pouzzolanes
1824	Invention du ciment Portland
XXe siècle	Développement industriel massif
XXIe siècle	Ciments bas carbone

Inventeur du ciment Portland

Le ciment Portland a été breveté en 1824 par Joseph Aspdin, maçon britannique.

Son nom provient de la ressemblance de sa couleur avec la pierre de l'Île de Portland.

1.3 Fabrication du Ciment Portland



Cement grinding

Cement clinker

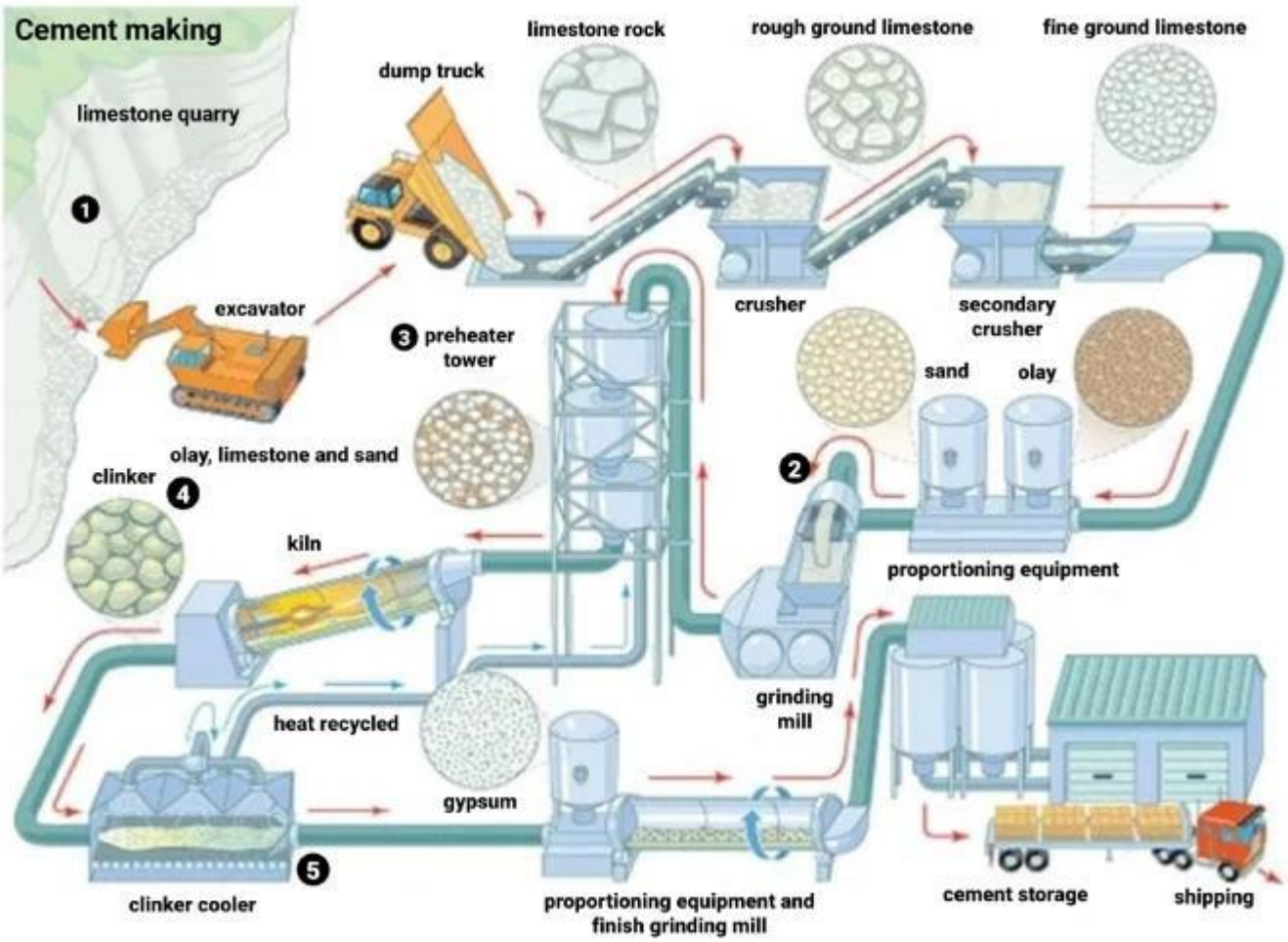
Cement ball mill

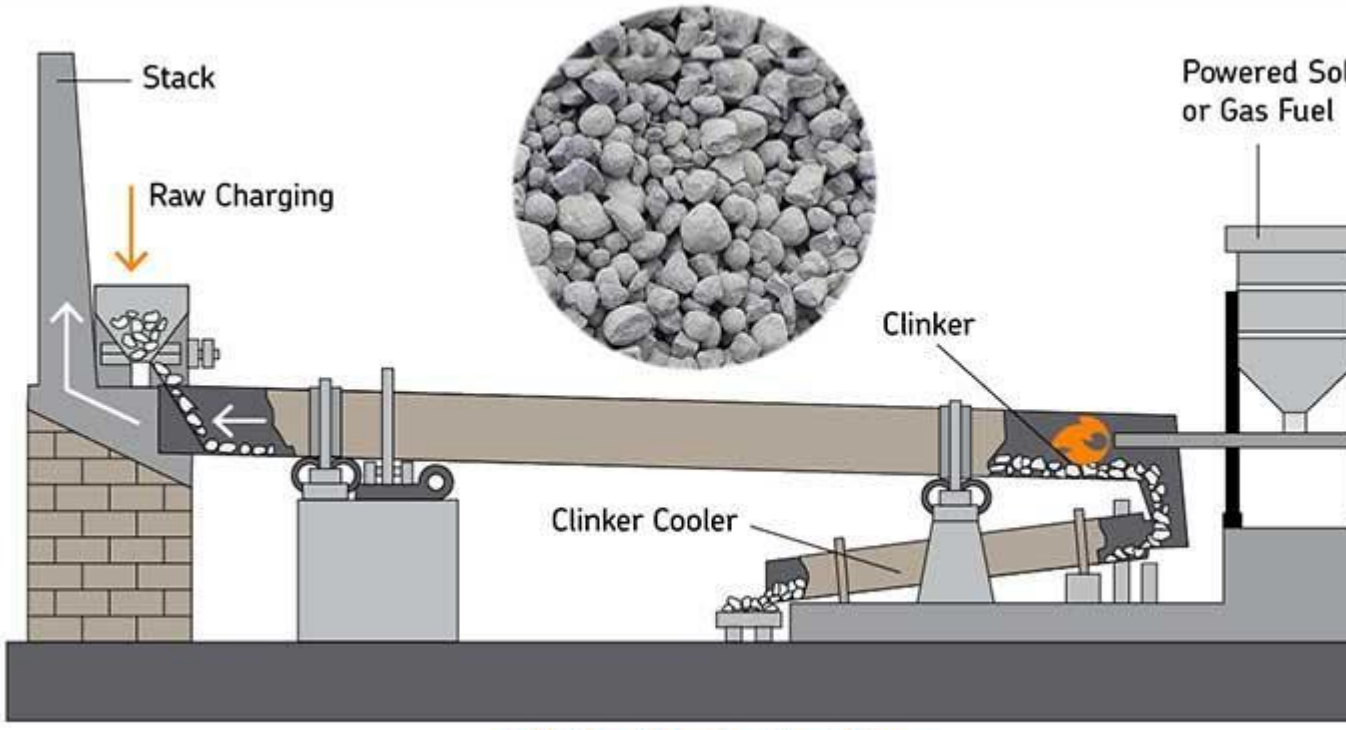
High efficiency separator

Elevator

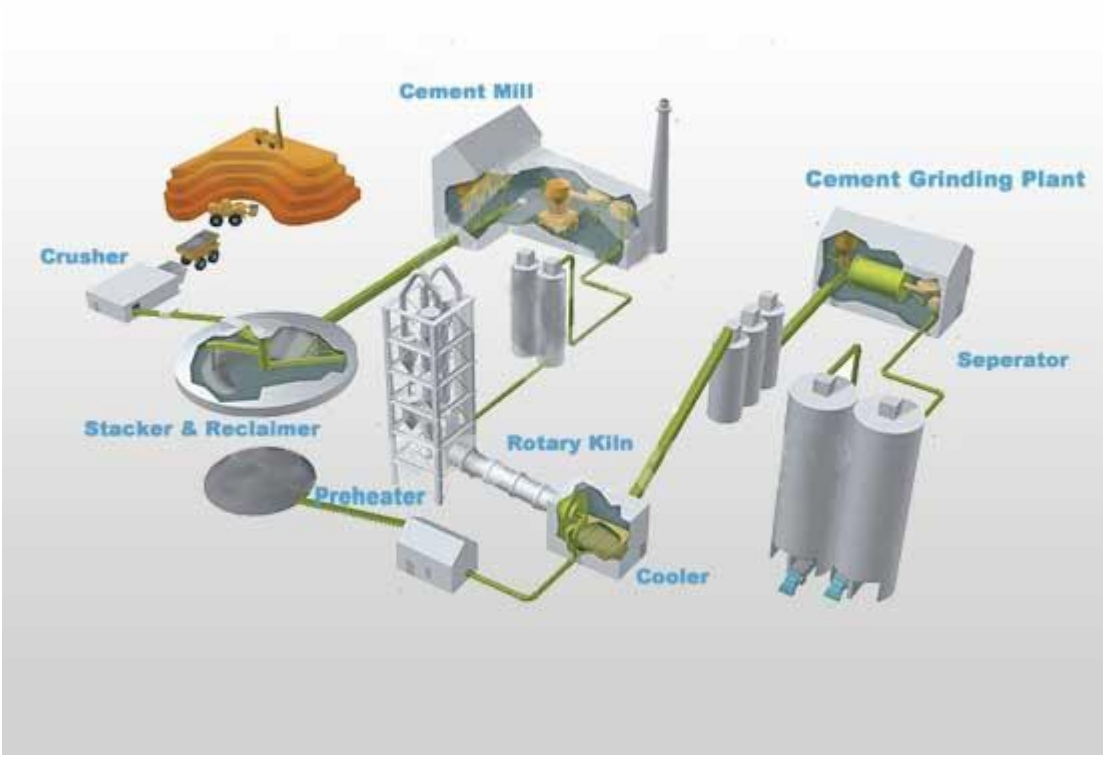
Packing Machine

Bagged cement





Clinker Production Line


Cement Mill
Cement Grinding Plant
Crusher
Seperator
Stacker & Reclaimer
Rotary Kiln
Preheater
Cooler

Ce

Clinker

Matières premières

- Calcaire ($CaCO_3$)
- Argile
- Minerai de fer
- Correcteurs chimiques

Étapes de fabrication

Extraction

Extraction des matières premières en carrière.

Concassage

Réduction de la taille des matériaux.

Broyage cru

Obtention de la farine crue.

Cuisson

Température d'environ :

1450^{\circ}C

Formation du clinker.

Refroidissement

Stabilisation du clinker.

Broyage final

Ajout de gypse puis broyage.

Stockage et expédition

Conditionnement du ciment.

1.4 Composition du Ciment

Principaux constituants :

Composé	Formule
Silicate tricalcique	C_3S
Silicate bicalcique	C_2S
Aluminate tricalcique	C_3A
Ferro-aluminate tétracalcique	C_4AF

1.5 Classes de Ciment

Selon les normes européennes et marocaines :

Classe	Résistance minimale à 28 jours
32,5	32,5 MPa
42,5	42,5 MPa
52,5	52,5 MPa

Applications

Classe 32,5

- Maçonnerie.
- Enduits.
- Bétons ordinaires.

Classe 42,5

- Bâtiments courants.
- Ouvrages en béton armé.

Classe 52,5

- Ouvrages d'art.
- Bétons à hautes performances.
- Préfabrication.

1.6 Phénomène de Prise et de Durcissement

Hydratation du ciment

Lorsque le ciment est mélangé à l'eau :

Une réaction chimique appelée **hydratation** se produit.

Cette réaction entraîne :

- Le dégagement de chaleur.
- La formation de cristaux.
- Le durcissement progressif du béton.

Distinction importante

Prise	Durcissement
Début de rigidification	Gain progressif de résistance
Quelques heures	Plusieurs mois

CHAPITRE 2 : LES GRANULATS ET L'EAU DE GÂCHAGE

2.1 Introduction aux Granulats

Les granulats représentent généralement :

60%\text{ à }80%\text{ du volume du béton}

Ils influencent :

- La résistance.
- La durabilité.
- La maniabilité.
- Le coût du béton.

2.2 Classification des Granulats

GRADING

Grades of Aggrega

- Grading is the particl
  a sieve analysis using
  According to AS

Fine aggregate - 7 standa

Coarse aggregate - 13 si

Single-sized
Poorly-graded
Absolute volume of concrete
Resulting paste content

骨料/AGGREGATE

22.5mm-31.5mm

Selon la taille

Type	Dimension
Filler	< 0,063 mm
Sable	0,063 à 5 mm
Gravillon	5 à 25 mm
Cailloux	> 25 mm

Selon l'origine

Naturels

- Alluvionnaires.
- Marins.
- Fluviaux.

Concassés

- Roches calcaires.
- Roches basaltiques.
- Roches granitiques.

2.3 Analyse Granulométrique

Objectif

Déterminer la répartition des grains selon leur taille.

Essai au tamis

Principe :

Faire passer un échantillon à travers une série de tamis normalisés.

Résultats obtenus

- Refus cumulé.
- Tamisat.
- Pourcentage passant.

Courbe granulométrique

y=f(d)

Elle permet de vérifier si le granulat est :

- Bien gradué.
- Uniforme.
- Discontinu.

2.4 Eau de Gâchage

Rôle de l'eau

L'eau intervient dans :

- L'hydratation du ciment.
- La maniabilité du béton.
- Le compactage.

Critères de qualité

Une eau de gâchage doit être :

✓ Propre

✓ Sans matières organiques

✓ Sans huiles

✓ Sans acides agressifs

✓ Sans chlorures excessifs

Règle pratique

Une eau potable est généralement adaptée à la fabrication du béton.

CHAPITRE 3 : ÉTUDE DU BÉTON ARMÉ

3.1 Définition

Le béton armé est un matériau composite associant :

- Le béton.
- Les armatures en acier.

Cette combinaison permet d'exploiter les qualités des deux matériaux.

3.2 Synergie Béton-Acier

Béton

Très performant en compression :

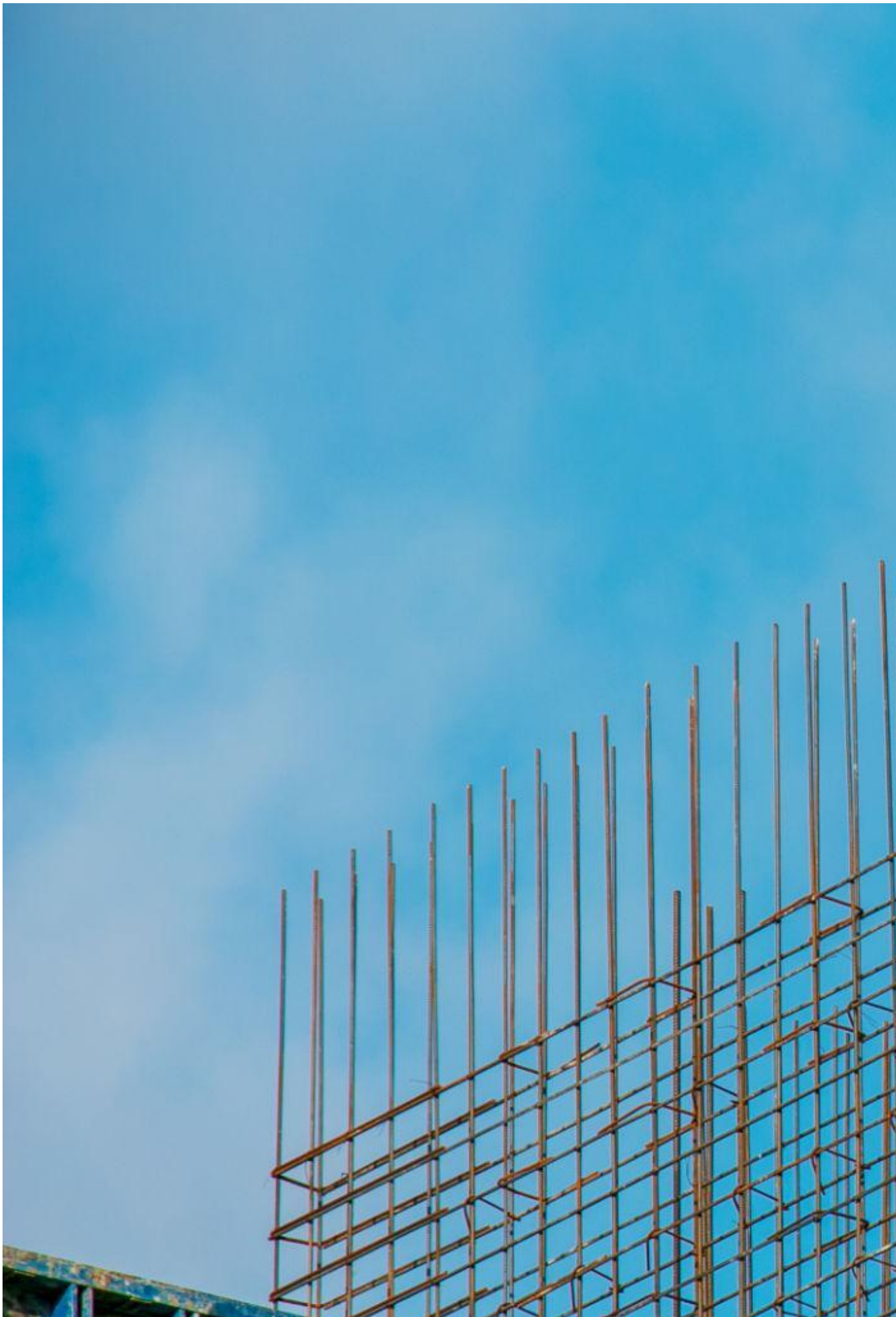
$$f_c\approx 20\text{ à }50,MPa$$

Acier

Très performant en traction :

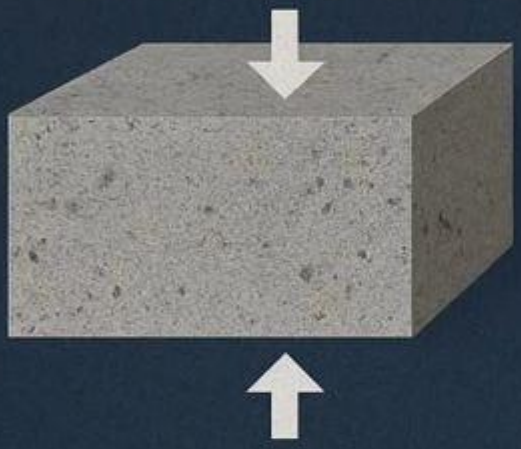
$$f_y\approx 500,MPa$$

Principe de fonctionnement



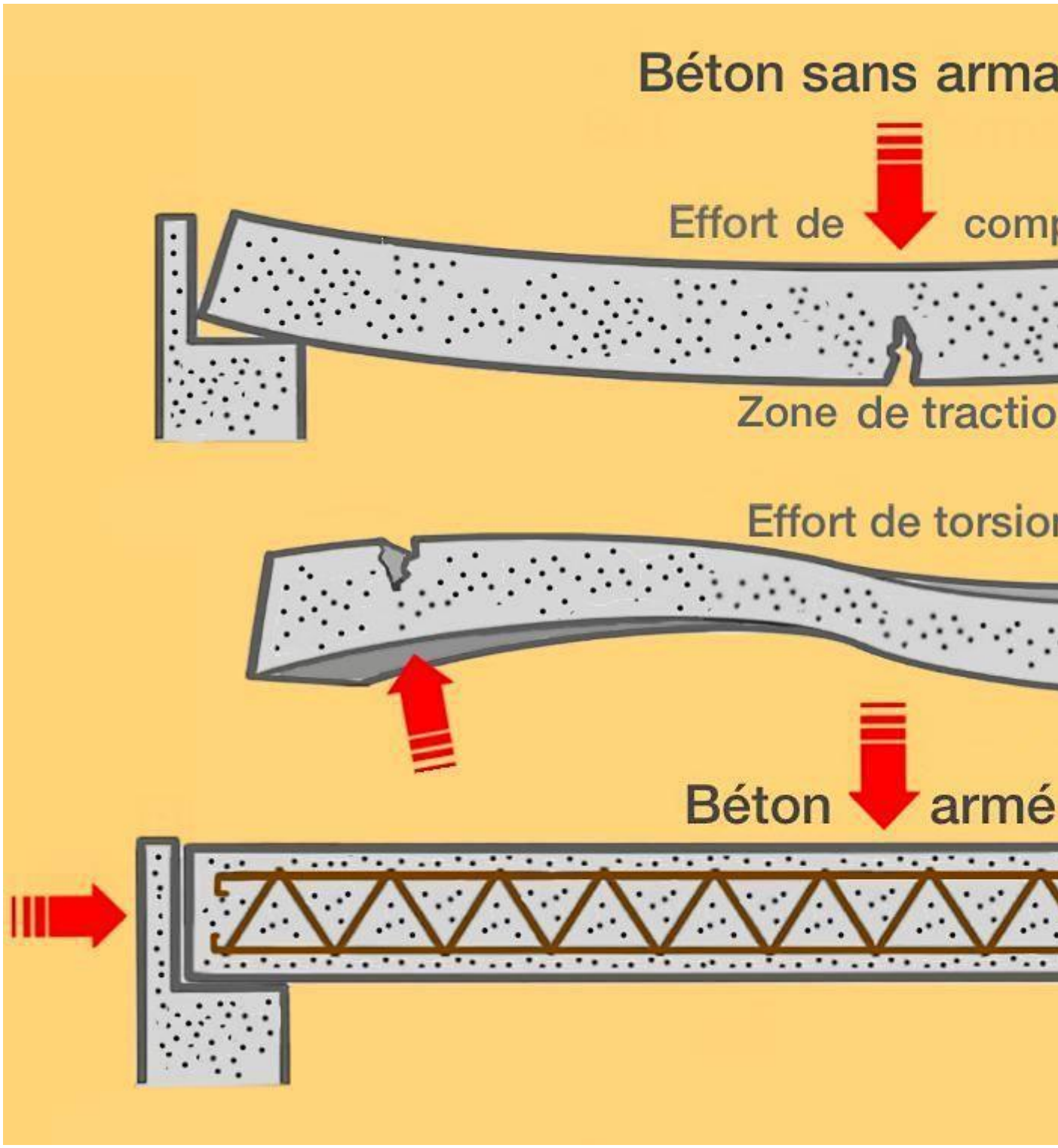
WHY DO WE USE STEEL IN CONCRETE

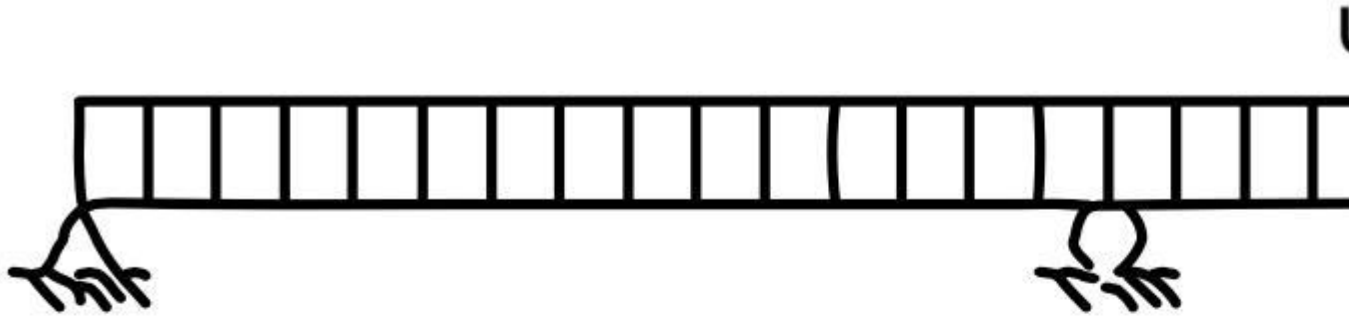
COMPRESSION



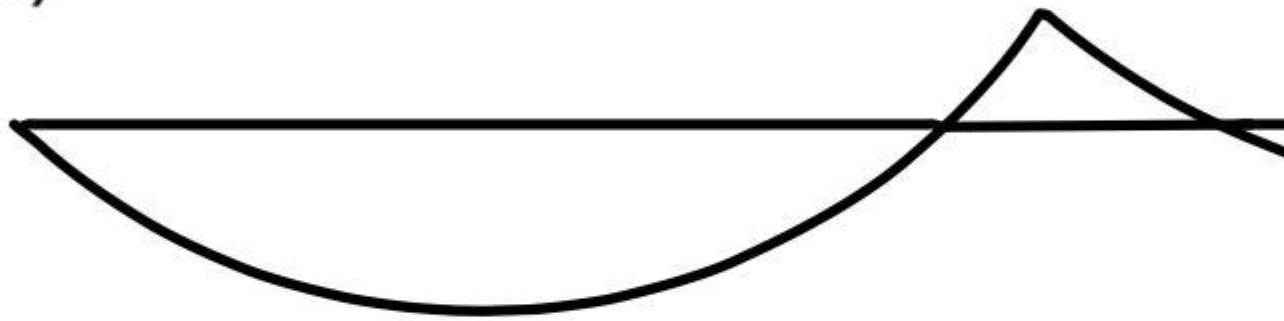
TENSION

REINFORCED CONCRETE


Béton sans arma
Effort de
comp
Zone de tractio
Effort de torsion
Béton
armé



(a)



(b) Main rei

Le béton reprend :

- Les efforts de compression.

L'acier reprend :

- Les efforts de traction.

Cette complémentarité explique le succès du béton armé dans les ouvrages modernes.

3.3 Les Adjuvants Modernes

Définition

Les adjuvants sont des produits incorporés en faible quantité afin d'améliorer certaines propriétés du béton.

Principaux adjuvants

Plastifiants

Effets :

- Amélioration de l'ouvrabilité.
- Réduction de la quantité d'eau.

Superplastifiants

Effets :

- Bétons fluides.
- Bétons autoplaçants.

Retardateurs de prise

Utilisation :

- Temps chaud.
- Bétonnage de grandes surfaces.

Accélérateurs

Utilisation :

- Temps froid.
- Décoffrage rapide.

Entraîneurs d'air

Effets :

- Résistance au gel.
- Durabilité accrue.

3.4 Pathologies Courantes du Béton

Carbonatation

Définition

Réaction entre le CO_2 atmosphérique et les hydrates du ciment.

Conséquences

- Corrosion des armatures.
- Diminution du pH.

Fissures de retrait

Causes

- Évaporation rapide de l'eau.
- Cure insuffisante.
- Dosage inadéquat.

Prévention

- Cure efficace.
- Contrôle du rapport eau/ciment.
- Utilisation d'adjuvants adaptés.

Corrosion des armatures

Causes

- Carbonatation.
- Chlorures.
- Mauvais enrobage.

Conséquences

- Gonflement de l'acier.
- Éclatement du béton.
- Perte de capacité portante.

Travaux Pratiques Recommandés

TP 1 : Identification des matériaux

- Observation des granulats.
- Identification des différents ciments.
- Analyse visuelle des adjuvants.

TP 2 : Analyse granulométrique

- Tamisage.
- Calcul des pourcentages passants.
- Tracé de la courbe granulométrique.

TP 3 : Fabrication d'un béton

- Dosage des constituants.
- Malaxage.
- Mesure de l'affaissement (Slump Test).
- Réalisation d'éprouvettes.

TP 4 : Observation des pathologies

Étude de cas réels :

- Fissuration.
- Corrosion.
- Ségrégation.
- Nids de gravier.

Évaluation du Module

Évaluation	Pondération
Contrôle continu	30 %
Travaux pratiques	20 %
Étude de cas	10 %
Examen final	40 %
Total	**100 %**

Résultats Attendus

À l'issue de ce module, le technicien spécialisé devra être capable de :

✓ Comprendre les propriétés fondamentales des matériaux de construction.

✓ Contrôler leur qualité sur chantier.

✓ Participer à la formulation et au contrôle du béton.

✓ Identifier les pathologies courantes.

✓ Contribuer à la réalisation d'ouvrages durables, sûrs et conformes aux exigences du génie civil moderne.

Bibliographie Recommandée

- Traité de Béton Armé
- Cours de Matériaux de Construction
- Normes marocaines NM relatives aux matériaux de construction.
- Normes européennes EN 206 (Béton) et EN 197 (Ciment).
- Guides techniques des laboratoires de contrôle et centres techniques du bâtiment.